非洲鳳仙花露菌病在台灣發生

黃晉興[1,*]　李佩如[1]

[1]行政院農業委員會農業試驗所 植物病理組
[*]聯絡作者；E-mail: JHHuang@tari.gov.tw

摘 要

鳳仙花 (*Impatiens* spp.) 在台灣是非常受歡迎的盆栽觀賞花卉，然而2013年2月在台灣彰化某苗圃的非洲鳳仙花（*I. walleriana*）發生了一種新的病害，爾後陸續在其他花圃、校園以及住家庭園皆發現此病害。罹病葉片呈現褪綠轉黃，葉背有白色黴狀物，生長勢弱且開花數減少，但無明顯壞疽病斑，罹病葉片於病害後期褐化脫落，而幼苗受感染則生長不良且亦死亡。在顯微鏡下觀查葉背的黴狀物，發現該些微生物有透明像樹枝狀的孢囊柄，孢囊柄未端有三個小枝，小枝長出透明橢圓形的孢囊，每個孢囊於水中可釋放出數個至十餘個游走子。利用引子對NL1/NL4增幅出核醣體大次單位（large ribosomal subunit）的核酸並予以解序，其序列與GenBank網站登錄的12條鳳仙花露菌*Plasmopara obducnes* 的序列有99-100%的相似度。以將孢囊懸浮液接種於盆栽作物上，在20℃與密封高濕度的環境下7天後即出現與田間罹病株相同的病徵，且可再觀察得原接種的病原菌，証實其病原性。經由病原菌形態、核酸序列比對與病原性，鑑定該菌為鳳仙花露菌*P. obducnes*。以切離葉與盆栽接種結果顯示最適發病溫度為 12-20℃。以盆栽接種結果顯示該菌僅危害非洲鳳仙花與庭園鳳仙花（*I. balsamina*）而不危害新幾內亞鳳仙花（*I. hawkeri*）與其他草花。由田間藥劑防治試驗的結果顯示，噴施鋅錳滅達樂、本達樂或亞磷酸+氫氧化鉀的溶液可有效抑制病害，但停止施藥2-3週後則再度發病。

關鍵字：非洲鳳仙花、露菌病、防治

前 言

非洲鳳仙花（*Impatiens walleriana* Hook f.）分類上屬於鳳仙花科（Balsaminaceae）鳳仙花屬（Impatiens），是源自非洲之一種草本花卉，目前廣被各國栽培，包括台灣。在台灣，非洲鳳仙花是非常受歡迎的室外盆栽觀賞花卉，因繁殖力高、容易種植且連續開花性強，被草花業者視為在冷涼的季節最重要的草花種類，主要以盆栽方式栽培，爾後移植於工程園藝造景、花牆或庭園。然而也因為繁殖力高與適應力強，在野外易可常見其踪迹，在台灣亦被視為已馴化的外來入侵種 (Wu et al. 2010)。

2013 年 2 月在台灣彰化某苗圃的非洲鳳仙花發生了一種病害，爾後陸續在其他花圃、校園以及住家庭園皆發現此病害，罹病株幼苗植株矮化、生長不良，成株葉片會呈現褪綠，葉背與花苞可見白色黴狀物之病徵。台灣植物病害名彙第四版（徐等 2002）有記載的鳳仙花病害，計有由 *Botrytis cinerea* Pers. ex Fr. 引起之灰黴病（gray mold）、*Cercospora fukushiana* (Mats.) Yamam.引起之葉部病害、*Colletotrichum gloeosporioides* Penzig 引起之炭疽病（anthracnose）、*Meloidogyne incognita* Chitwood 或 *Meloidogyne arenaria* (Neal) Chitwood 引起之根瘤線蟲（root kno）、*Oidium balsaminae* Wang 引起之白粉病（powdery mildew）、*Puccinia nolitangeris* Corda 引起之銹病（rust）、*Pythium splendens* Braun 引起之根腐病（root rot）以及 *Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk 引起之幼苗猝倒病（damping-off）。由罹病株病兆上的微生物相觀察，發現生長在葉背的白色黴狀物具有孢囊柄與孢囊，孢囊並可在水中產生游走子，初步判斷為露菌，若未仔細檢查，可能會誤判為白粉病，而台灣鳳仙花並未有露菌病之記錄，顯示該病害可能為一新病害，而此病害於 2013 年即有初步的報告（Kirschner 2013, Shen et al. 2013）。

由於此病害在冷涼潮濕時節，短短數週即可造成大規模植株葉片乾褐脫落，嚴重時植株甚至會死亡，甚至在 2013 年冬天至 2014 年春天，台灣各地的非洲鳳仙花均傳出此病害，罹病之植株生長不良且不易開花，造成栽培業者之經濟損失與花園景觀上的缺憾。因此本研究主要目的為鑑定此病害之病原菌、探討病害發生之條件以及篩選防治藥劑，以供日後栽培與防治的參考。

病害調查

2013 年 2 月赴彰化縣芬園鄉某商業栽培之花圃調查非洲鳳仙花葉部新病害，並於台北地區取回非洲鳳仙花病株分離病原菌。罹病葉片呈現綠色變淡轉黃，生長勢弱且開花數減少，但無明顯壞疽病斑（圖一 A），罹病葉片於病害後期褐化脫落（圖一 B），嚴重時植株甚至會死亡。與健葉比較，罹病葉片褪綠，葉背有白色黴狀物（圖一 C、D），即為病原露菌之孢囊柄與孢囊。除了葉背之外，病原菌亦會感染花苞（圖一 E），而幼苗受感染則生長不良且亦死亡（圖一 F）。當時彰化縣芬園鄉該花圃之非洲鳳仙花發病率幾乎百分之百。2014 年冬與春季在台灣西部多處校園、道路分隔島花圃與野外之非洲鳳仙花皆可發現此病害。

病原菌之分離與鑑定

病原菌之形態鑑定：將非洲鳳仙花供試切離葉（圖四 A、B）滴上一滴無菌水，再將罹病葉片於解剖顯微鏡下將單一孢囊胞挑至切離葉上之無菌水中，爾後該切離葉培養 10 天（20℃定溫箱，光照 12 小時），待孢囊長出後，於顯微鏡下鏡檢，每種器官隨機選取 40 個以測量大小。觀察可見此菌具有透明像樹枝狀的孢囊柄(sporangiophore)，大小為 175-450×6.7-11 µm，孢囊柄末端有三個小枝(apical branchlets)，常相互呈現直角狀，長度為 7.5-(10.4)-16.0 µm，小枝長出透明橢圓形的孢囊(sporangia)，大小為 14.3-(18.5)-20.1×10.3-(14.1)-16.0 µm，每個孢囊於水中可釋放出數個至十餘個游走子 (zoospore) ，大小為 7-9 µm（圖二），依孢囊柄與孢囊之形態特徵初步鑑定該菌屬於為 *Plasmopara* 屬。

病原菌之核酸序列比對：將分離自以核酸引子對(primers NL1 and NL4) 增幅出核醣體核酸大次單位 (rRNA-LSU, rRNA large subunit) 片段，並予以解序（圖三），比對國外已發表的非洲鳳仙花露菌相同片段的核酸序列，與美國國家生技資訊中心(National Center for Biotechnology Information, NCBI)網站上的 12 條 *Plasmopara obducens* (J. Schröt.) J. Schröt.序列相似度達 99-100%。

病原菌之病原性測定

病原菌之繁殖：將非洲鳳仙花播種於盛有泥炭土之盆鉢中，於生長箱栽培以獲得無感染病原菌之非洲鳳仙花，取供試切離葉置於培養皿內，將前述單孢培養之供試菌孢囊懸浮液噴佈於切離葉上，切離葉培養 10 天後（20℃定溫箱，光照 12 小時），獲得大量孢囊，每周更新一次，作為後續試驗之接種源。

病原性之測定：由前述方法準備盆栽植株或 9cm 培養皿內之非洲鳳仙花供試切離葉，並亦由前述方法準備露菌孢子懸浮液裝入滅過菌之玻璃噴霧罐，孢子懸浮液噴佈於切離葉葉背上，於旁置放一塊 1 cm^2 之水瓊脂塊計量單位面積之的孢囊量，以噴佈少量而累積數次孢子之方式控制分生孢子濃度於 5～10 $spores/cm^2$，或依試驗需要而調整接種濃度，接種後置於 20℃光照 12 小時環境

下培養。結果顯示人工接種的非洲鳳仙花切離葉，7 天後即可發現葉片輕微褪綠，葉背有露菌孢囊產生；盆栽非洲鳳仙花於 7 天有少量孢囊於葉背產生，10 天後才易見葉片褪綠與孢囊產生（圖四）。

寄主範圍與抗感病品種之測定：將病原菌接種於矮牽牛、石竹、四季秋海棠、串紅、三色堇、金魚草、菊花等，以及單瓣非洲鳳仙花（simply impatiens, *Impatiens walleriana* Hook f.）、重瓣非洲鳳仙花（double impatiens, *I. walleriana* Hook f.）、庭園鳳仙花（*I. balsamina* L.）及新幾內亞鳳仙花（*I. hawkeri* Bull），結果顯示非鳳仙花屬之草花完全無發病，而前兩種非洲鳳仙花極感病（圖五 A），庭園鳳仙花輕微感病，而新幾內亞鳳仙花則完全不發病（圖五 B）。

接種源濃度與溫度對病害之影響

為了探討接種源濃度對病害之影響並建立標準接種流程後，將 5、10、20、50 或 100 spore/cm^2 之接種源濃度以切離葉接種法接種於非洲鳳仙花。於 20℃光照 12hrs 之生長箱中培養。結果顯示接種源濃度高則病害嚴重，10 天後，接種源濃度 5 或 10 spore/cm^2 之處理其葉片發病面積比率為 67.9-70.6%，故 5~10 spore/cm^2 此為往後之切離葉或盆栽植株接種試驗標準濃度。進一步探討溫度與對病害之影響，結果發現於 6-24℃皆可發病，最適發病溫度為 16-20℃，而 24℃之環境下非洲鳳仙花切離葉病害輕微但盆栽植株則不發病，28℃之環境下則無論切離葉或盆栽植株皆不發病（圖五 C）。

田間防治之藥劑之篩選

選定 7 種植物保護手冊推薦在露菌病之市售供試藥劑，供試藥劑分別為 23%亞托敏水懸劑 2000 倍（23% azoxystrobin SC）、58%鋅錳滅達樂可濕性粉劑 400 倍（58% mancozeb+metalaxyl WP, mancozeb）、52.5%凡殺克絕水分散性粒劑 2500 倍（52.5% famoxadone+cymoxanil WG）、48%松香酯酮乳劑 1000 倍（48% copper salt of fatty and rosin acid EC）、50%達滅芬可濕性粉劑 3000 倍（50% dimethomorph WP）、66.5%普拔克溶液 400 倍（66.5% propamocarb hydrochloride SL）及 35%本達樂可濕性粉劑 2000 倍（35% benalaxyl WP），並加上亞磷酸+氫氧化鉀藥劑組合 1000 倍（phosphorous acid+potassium hydroxide）以進行非洲鳳仙花露菌病田間防治試驗，並以地下水做為對照處理。露菌病初期每週葉部噴灑藥劑 1 次，共 4 次。結果 58%鋅錳滅達樂、35%本達樂以及亞磷酸+氫氧化鉀 1000 倍之處理發病度低於 1%，與對照組之發病度 98.2%有顯著差異（圖六），故推薦病害發生初期每週 1 次於葉部噴灑 58%鋅錳滅達樂 400 倍、35%本達樂 2000 倍或亞磷酸+氫氧化鉀 1000 倍共 4 次以防治鳳仙花露菌病。然而持續觀察在田間之供試植株，發現在停止施藥 3 週後在上述推薦藥劑之處理又再出現病徵與病原孢囊，顯示停止施藥後數週則病害會再發生。

討 論

非洲鳳仙花露菌病於 1974 年首次發生於印度（Sohi & Tyagi 1974），日後陸續發生於美國加州（Wegulo et al. 2004）、英國（Lane et al. 2005）、澳大利亞（Cunnington et al. 2006）、韓國（Choi et al. 2009）、挪威（Toppe et al. 2010）、塞爾維亞（Bulajicet al. 2011）、匈牙利（Petróczyet al. 2012）、日本（Satouet al. 2013）、意大利（Garibaldiet al. 2013）與台灣（Kirschner 2013, Shen et al. 2013），而且皆造成嚴重的病害。非洲鳳仙花露菌病在 2013 年以前不曾在台灣出現，然而傳入台灣之後，迅速傳播，造成嚴重危害，不僅商業苗圃發生此病害，冬春之際在校園及野外幾乎皆可發現此病害。由形態與核酸序列比對，在台灣造成非洲鳳仙花露菌病之病原菌被鑑定為 *Plasmopara obducens*。由於非洲鳳仙花被台灣視為外來入侵種，故亦可視為此病害可抑制非洲鳳仙花在野外的蔓延（Kirschner 2013）。

非洲鳳仙花露菌病（*Plasmopara obducens*）主要危害鳳仙花葉片及花苞，易發生於涼爽多雨的季節，在氣候條件適宜時，從開始發病到葉片脫落約 2 週。葉背與花苞可見白色黴狀物，如未仔細檢查，可能會誤判為白粉病。但由本試驗的結果顯示，24℃以上則不會發生此病害，故除了山上涼冷山區之外，一到夏季則平地不見此病害，然而一到氣候涼冷的冬季則病害再度出現。

臺灣原生的鳳仙花有 3 種，紫花鳳仙花（*Impatiens uniflora* Hayata）、黃花鳳仙花（*I. tayemonii* Hayata）以及棣慕華鳳仙花（*I. devolii* Huang），它們全部都是臺灣的特有種，都生長在海拔 1500 到 2500 公尺左右中海拔山區，由於本試驗未獲得該些種類鳳仙花之種苗以進行人工接種試驗，故無法判定其對 *P. obducens* 之抗感病性。然而平地常見的非洲鳳仙花（*Impatiens walleriana*）非常感病，無論是田間或野外自然感染，或人工接種皆嚴重發病；庭園鳳仙花（*Impatiens balsamina*）人工接種僅出現輕微病徵，但尚未在野外發現有類似的露菌病；而新幾內亞鳳仙花（*Impatiens hawkeri*）無論是田間或庭園，或人工接種皆不會受感染，與其他國家的研究執報告結果相似（Choi et al. 2009, Cunnington et al. 2006, Garibaldiet al. 2013）。由於鋅錳滅達樂、本達樂或亞磷酸+氫氧化鉀等藥劑雖可有效防治非洲鳳仙花露菌病，但停止噴灑 3 週後即會再度出現病徵，故在花圃栽培之非洲鳳仙花雖可以藥劑防治露菌病，但移植到校園或路旁觀賞用途栽培後，若不持續施藥則無法抑制病害。鑑於該病原菌傳播範圍很廣且藥劑效果持續不久，本文建議以極抗病的新幾內亞鳳仙花取代極感病的非洲鳳仙花，做為觀賞用鳳仙花種。

引用文獻

沈競辰、曾彥學. 2006. 台灣原生觀賞綠美化植物-中海拔. 行政院農業委員會林

務局. 223 頁.

徐世典、張東柱、張清安、蔡進來、蔡東纂編. 2002. 台灣植物病害名彙第四版. 中華民國植物病理學會. 386 頁.

楊國禎. 2004. 鳳仙花. 台灣生態季刊 5: 22-23.

Bulajic, A., Vucurovic, A., Stankovic, I., Ristic, D., Jovi,c J., Stojkovic, B., and Krstic, B. 2011. First report of *Plasmopara obducens* on *Impatiens walleriana* in Serbia. Plant Disease 95: 490.

Choi, Y-J., Han, J-G., Park, M-J., and Shin, H-D. 2009. Downy Mildew of *Impatiens balsamina* and *I. walleriana* in Korea. Plant Pathology Journal 25: 433.

Cunnington, J. H., Aldaoud, R., Loh, M., Washington, W. S., and Irvine, G. 2006. First record of *Plasmopara obducens* (downy mildew) on impatiens in Australia. Plant Pathology 57: 371.

Garibaldi, A., Gilardi, G., Matic, S. and Gullino, M. L. 2013. First report of downy mildew (Plasmopara obducens) on *Impatiens walleriana* in Italy. Journal of Plant Pathology 95: 449.

Kirschner, R. 2013. First record of Plasmopara obducens on Impatiens walleriana in Taiwan: a destructive disease or chance of limiting the competitive ability of an invasive plant? Plant Pathology & Quarantine 3: 35–39.

Lane, C. R., Beales, P. A., O'Neill, T. M., McPherson, G. M., Finlay, A. R., Constantinescu, J. D. O., and Henricot B. 2005. First report of *Impatiens* downy mildew (*Plasmopara obducens*) in the UK. Plant Pathology 54: 243.

Petróczy, M., Csejk, G., and Palkovics, L. 2012. First Report of *Plasmopara obducens* Causing Downy Mildew on *Impatiens walleriana* in Hungary. Plant Disease 96, 148.

Satou, M., Sugawara, K., Nagashima, S., Tsukamoto, T., and Matsushita, Y. 2013. Downy mildew of busy lizzie caused by *Plasmopara obducens* in Japan. Journal of General Plant Pathology 79: 205–208.

Shen,Y. M., Huang, J. H., and Liu, H. L. 2013 First Report of Downy Mildew Caused by *Plasmopara obducens* on *Impatiens* in Taiwan. Plant Disease 97: 1512.

Sohi, H., and Tyagi, S. N. S. 1974. Studies on downy mildew disease of balsam caused by *Peronospora obducens*. Indian Journal of Mycology and Plant Pathology 4, 161–165.

Toppe, B., Brurberg, M. B., Stensvand, A., and Herrero, M. L. 2010. First report of *Plasmopara obducens* (downy mildew) on *Impatiens walleriana* in Norway. Plant Pathol 59:800

Wegulo, N., Koike, S. T., Vilchez, M., and Santos P. 2004. First report of downy mildew caused by *Plasmopara obducens* on *Impatiens* in California. Plant Disease 88: 909.

Wu, S. H., T. Y. A. Yang, Y. C. Teng, C.-Y. Chang, K.-C. Yang and C.-F. Hsieh. 2010. Insights of the latest naturalized flora of Taiwan: change in the past eight years. Taiwania 55: 139-159.

Occurrence and Control of *Impatiens* Downy Mildew in Taiwan

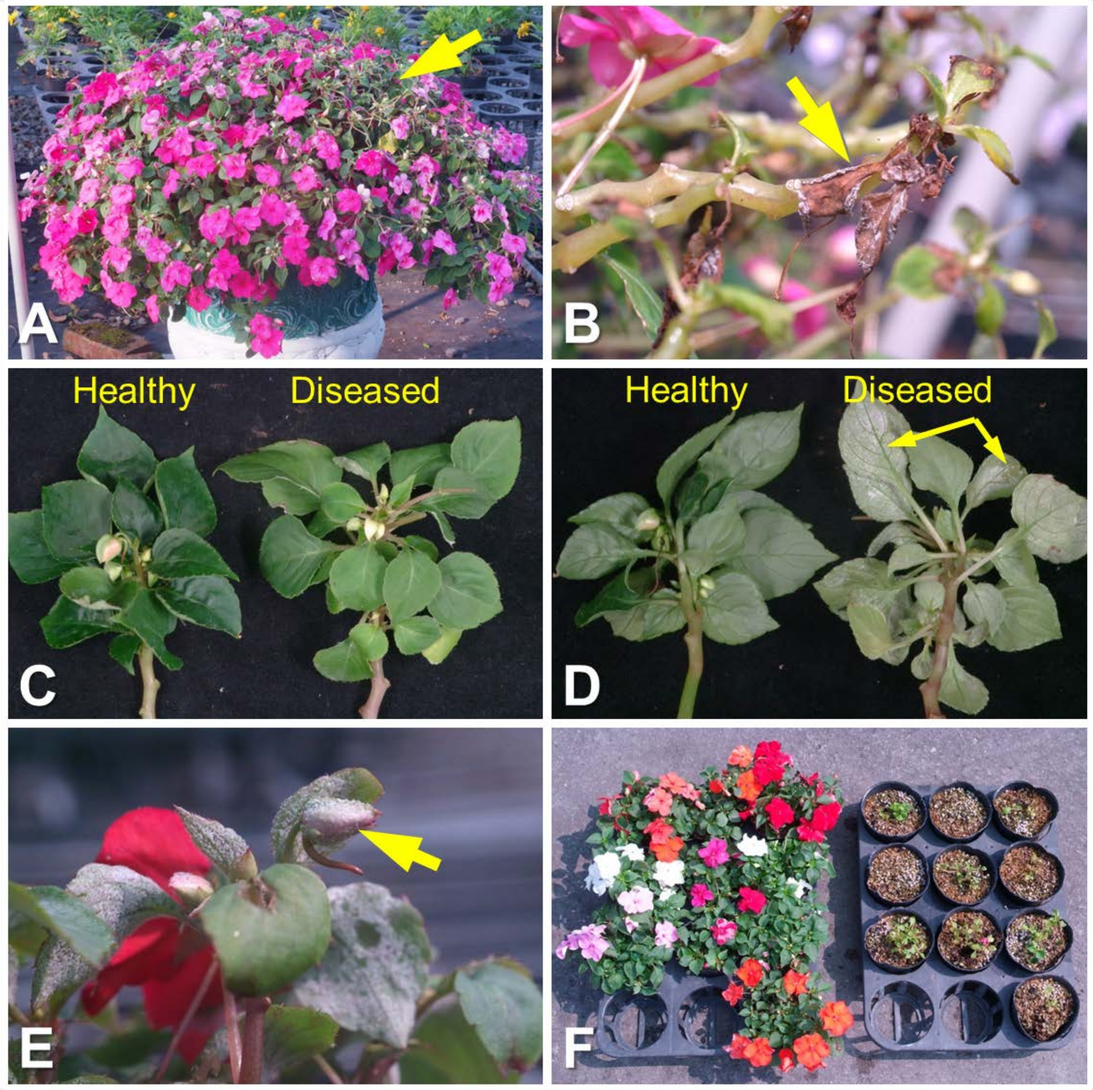
Huang, Jin-Hsing[1, *] and Li, Pei-Ju[1]

[1] Plant Pathology Division, Taiwan Agricultural Research Institute, COA
* Corresponding Author; e-mail: JHHuang@tari.gov.tw

Abstract

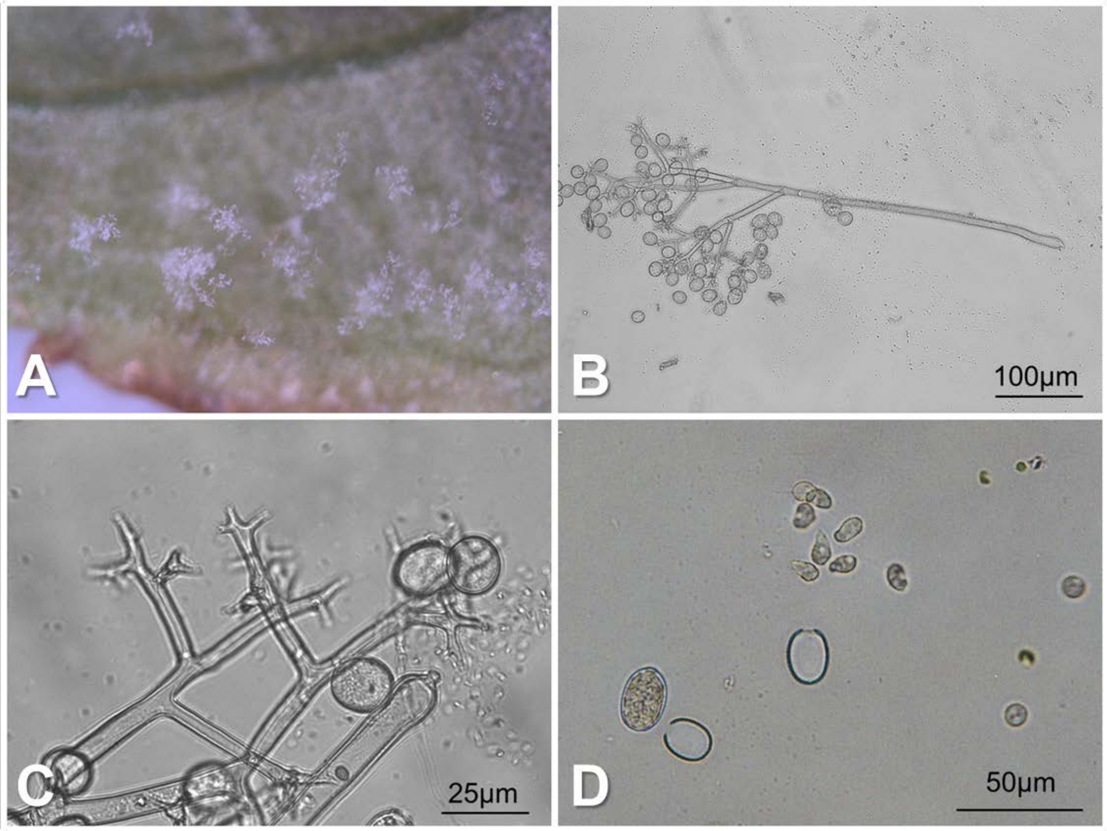
In February 2013, a new disease of *Impatiens walleriana* occurred in nurseries in Changhua county, central Taiwan. The infected leaves showed pale green to yellow without distinct lesions, the dorsal surface showed white mildew, and the number of flower was obviously reduced. At the late disease stage, the leaves became brown and fell off. Plants collapsed rapidly especially at high humidity. When young plants and seedlings were infected, they generally didn't survive. Microscopical observations of the infected leaves disclosed the hyaline, tree-like sporangiophores, with three apical branchlets. Sporangia were hyaline, oblong, and could release several to more than ten zoospores. The DNA sequences encoding to the large ribosomal subunit (LSU rDNA), being amplified using primers NL1 and NL4 and then sequenced, were identical to sequences of several *Plasmopara obducnes* isolates deposited in GenBank. Pathogenicity was confirmed by inoculation of detached leaves and potted plants with sporangia suspension of *P. obducens*, and the symptoms were similar to those in the field after 7 days inoculation at 20℃. Based on morphological, molecular and pathogenic characters, the pathogen was identified as *P. obducens*. The disease develop optimally at 12-20℃. The host range tests showed that the pathogen only infected certain *I. walleriana* and *I. balsamina*, but not *I. hawkeri* and other not impatiens potted plants. In the field tests, mancozeb+metalaxyl, benalaxyl, and phophorous acid + potassium hydroxide effectively controlled the disease after 4 times spraying at one week interval. However, the disease occurred again 2-3 weeks after stop spraying chemicals.

Key words: *Impatiens walleriana*, *Plasmopara obducnes*, control



圖一、鳳仙花露菌病病徵。(A)罹病株呈現生長勢弱且開花數減少（箭頭指處）；(B) 罹病葉片於病害後期褐化脫落（箭頭指處）； (C, D) 與健葉比較，罹病葉片褪綠，葉背有白色黴狀物（箭頭指處）。(E) 除了葉背之外，病原菌亦會感染花苞；(F) 幼苗受感染則生長不良且亦死亡（左為對照健株）；

Fig. 1. Symptoms of *Impatiens* downy mildew. (A) poor growth and flowering (arrow); (B) leaves yellowing and dropping; (C, D) comparing with the heathy plant, leaves of the diseased plant showed pale green and white molds on the dorsal (arrows); (E) pathogen infected buds (arrow) not only leaves; (C) poor growth and death of the infected seedlings (left pots were healthy plants).



圖二、非洲鳳仙花露菌 *Plasmopara obducens* 之形態。(A) 病原菌於葉片產生之孢囊柄與孢囊;(B、C) 病原菌 *Plasmopara obducens* 之孢囊柄與孢囊形態；(D)孢囊於水中釋放游走子。

Fig. 2. Microscopic characteristics of *Plasmopara obducens*. (A) sporangia and sporangiophores grew from the dorsal side of leaf; (B, C) sporangia and sporangiophores under light microscope; (D) zoospores releasing from sporangia.

Isolate-1

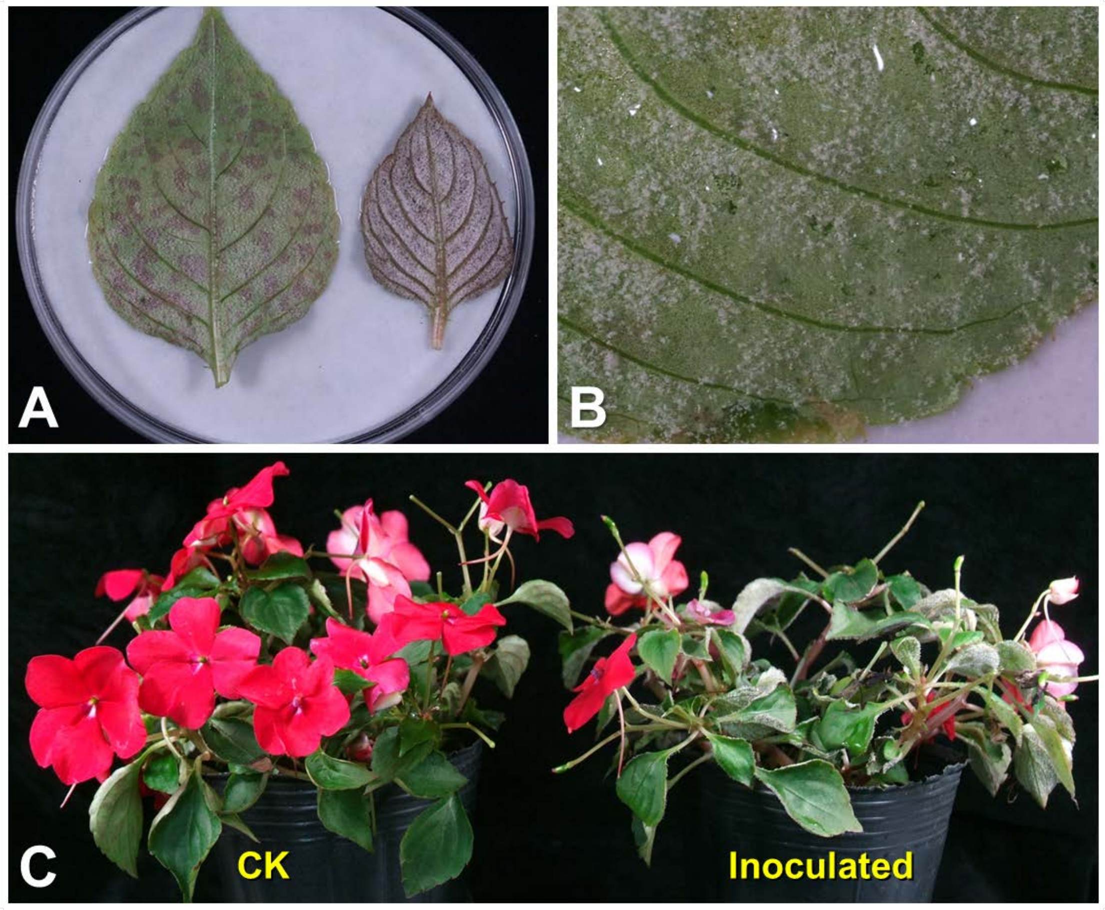
```
1        10        20        30        40        50
|        |         |         |         |         |
ACGGGTCAAATCGCTCCATTTCGTCAACGTCCCGAACGACTACAAGTTAC
GGCTCGCATCAATCCACATACAACCACACACGCATAGCAAGCTATCCGCA
CACGGCGCACACGGAGACCCAAGCCCACTCAAAAGCACGTTGTAGGCACC
TCAGTCCCAACCGCGACGACTCGTCCACCAAGATATAACAGACAAACGCA
AGCGTAAGCCCTACCTCCTCAGTAGCCATTTCCCGCAGCATACGAACTGA
CCTTGACGTCCCACCGTAGCACAGGGCACCAGCAAGTACACACAGCACAC
ACACTGAGCGCAGCCAAAAAGCTACTGCAACAGCACACGCACGCACACAC
TCGCCAATGAAATATACCACGGATTATAGACACTGGAAACGATTTGGTTC
CCTTTCAGCAGTTTCAGGTACTCTTTAACTCTATTTTCAAAGTTCTTTTC
ATCTTTCCCTCACGGTACTTGTTTGCTATCGGTCTCGCACCAATATTTAG
CTTTAGATGGAATTTACCACCTACTTTGCGCTGCATTCTCAAACAACGCG
ACTCAAAGAAAACGGGTCGTACGCACAAGCAACTTAGAGATGAACGGGAG
TATCACCCTCCATGCTGTCCTTTTCCAAGGAACTTACCCCAAGTGCTTAT
ACTGACCACGCCTCTATAGACTACAATTCGCCGTGCAAAAATTGCACGGA
GATTTTAAGCTTGAGCTCATCCCGCTTCACTCGCCGTTACTAGGGGAATC
CTTGTTAGTTTCTTTTCCT
```

Isolate-2

```
1        10        20        30        40        50
|        |         |         |         |         |
ACGGGTCAAATCGCTCCATTTCGTCAACGTCCCGAACGACTACAAGTTAC
GGCTCGCATCAATCCACATACAACCACACACGCATAGCAAGCTATCCGCA
CACGGCGCACACGGAGACCCAAGCCCACTCAAAAGCACGTTGTAGGCACC
TCAGTCCCAACCGCGACGACTCGTCCACCAAGATATAACAGACAAACGCA
AGCGTAAGCCCTACCTCCTCAGTAGCCATTTCCCGCAGCATACGAACTGA
CCTTGACGTCCCACCGTAGCACAGGGCACCAGCAAGTACACACAGCACAC
ACACTGAGCGCAGCCAAAAAGCTACTGCAACAGCACACGCACGCACACAC
TCGCCAATGAAATATACCACGGATTATAGACACTGGAAACGATTTGGTTC
CCTTTCAGCAGTTTCAGGTACTCTTTAACTCTATTTTCAAAGTTCTTTTC
ATCTTTCCCTCACGGTACTTGTTTGCTATCGGTCTCGCACCAATATTTAG
CTTTAGATGGAATTTACCACCTACTTTGCGCTGCATTCTCAAACAACGCG
ACTCAAAGAAAACGGGTCGTACGCACAAGCAACTTAGAGATGAACGGGAG
TATCACCCTCCATGCTGTCCTTTTCCAAGGAACTTACCCCAAGTGCTTAT
ACTGACCACGCCTCTATAGACTACAATTCGCCGTGCAAAAATTGCACGGA
GATTTTAAGCTTGAGCTCATCCCGCTTCACTCGCCGTTACTAGGGGAATC
CTTGTTAGTTTCTTTTCCTCA
```

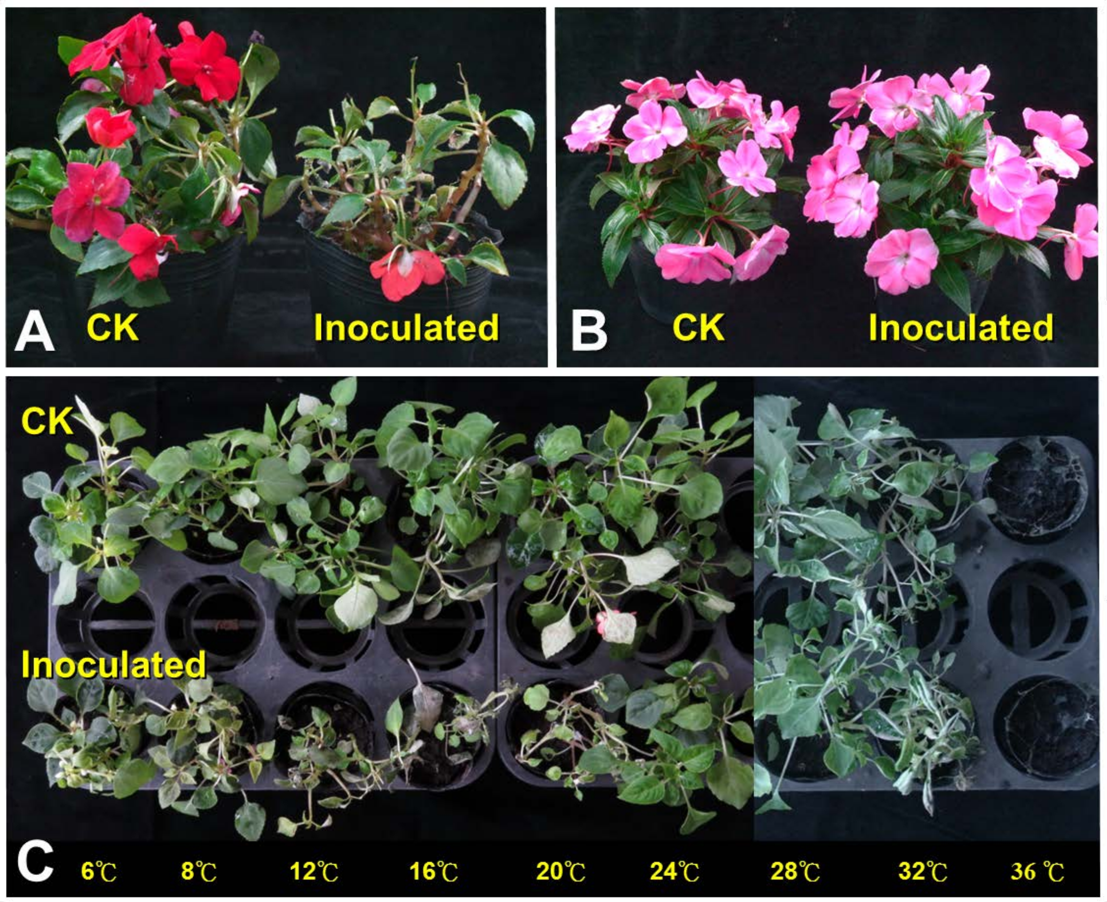
圖三、鳳仙花露菌 *Plasmopara obducens* 之 rRNA-LSU (r-RNA large subunit)序列 (primers NL1 and NL4)。Isolate-1 分離自彰化縣芬園鄉，Isolate-2 分離自台北市花圃。

Fig. 3. Sequences of r-RNA large subunit of *Plasmopara obducens* (primers NL1 and NL4). Isolate-1 is from Fenyuan Township, Changhua County, and isolate-2 is from Taipei city.



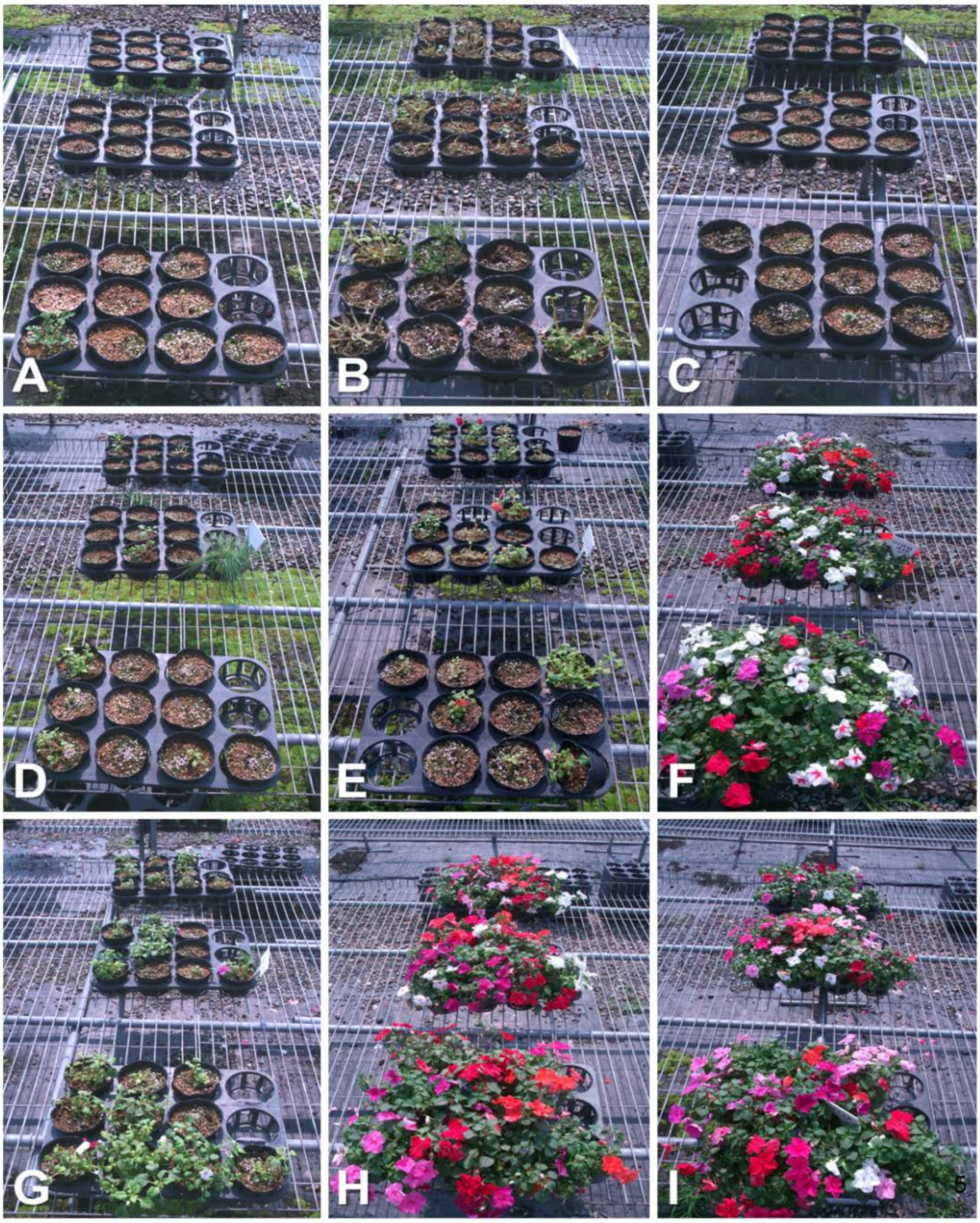
圖四、鳳仙花露菌之繁殖與病原性測試。 (A、B) 利用非洲鳳仙花切離葉繁殖鳳仙花露菌 *Plasmopara obducens*（白色黴狀物為孢囊與孢囊柄）; (C) 利用非洲鳳仙花切離葉培養的孢囊接種於盆栽非洲鳳仙花進行病原性測試，接種 14 天後的病徵。

Fig. 4. Propagation and pathogenicity test of *Plasmopara obducens*. (A, B) abundant sporangia of *Plasmopara obducens* produced on the detached leaves in petri dish ; (C) potted *Impatiens walleriana* showed downy mildew symptom 10 days after inoculating the sporangia suspension of *Plasmopara obducens*.



圖五、鳳仙花露菌病抗感病品種檢測與溫度對病害之影響。(A)非洲鳳仙花感病；(B)新幾內亞鳳仙花抗病；(C)12-20℃為最適發病溫度。

Fig. 5. Resistance tests of *Impatiens* against *Plasmopara obducens* and effect of temperature on the disease development. (A) *Impatiens walleriana* is susceptible; (B) *I. hawker* is resistant; (C) optimal temperature for disease development is 12-20℃.



圖六、鳳仙花露菌病防治藥劑田間篩選的結果。A—噴水之對照組；B—亞托敏；C—松香酯銅；D—凡殺克絶；E—普拔克；F—鋅錳滅達樂；G—達滅芬；H—亞磷酸+氫氧化鉀；I—本達樂。

Fig. 6. Screening result of control agents against downy mildew of *Impatiens*. A- CK; B- azoystrobin; C- copper salt of fatty and rosin acid; D- famoxadone-cymoxanil; E- propamocarb hydrochloride; F- mancozeb+metalaxyl; G- dimethomorph; H- phosphorous acid+potassium hydroxide; I- benalaxyl.